

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund und
Kieferkrankheiten – Kieferchirurgische Klinik –
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Leitung: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann

Replantation im Tierexperiment unter Anwendung Mikrovaskulärer Anastomosen

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt

von
Joachim Stoffel
aus Obernburg am Main
Mainz 1978

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund und
Kieferkrankheiten – Kieferchirurgische Klinik –
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Leitung: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann

Replantation im Tierexperiment unter Anwendung Mikrovaskulärer Anastomosen

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt

von

Joachim Stoffel

aus Obernburg am Main

Mainz 1978

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund und
Kieferkrankheiten – Kieferorthopädische Klinik –
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Leitung: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann

Replantation im Tierexperiment unter Anwendung mikrovaskulärer Anastomosen

Fachbereichsdekan: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl

1. Gutachter : Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J.-E. Hausamen
2. Gutachter : Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann



von
Jochim Ziefel
aus Oberrhein am Main
Mainz 1878

1.0	EINLEITUNG	1
2.0	ALLGEMEINE THEORETISCHE GRUNDLAGEN	2
2.1	Methodik	3
2.1.1	Methoden, Instrumente, Material	3
2.1.2	Experimentelles Vorgehen	3
2.1.3	Statistische Auswertung	3
2.1.4	Probleme der Interpretation	3
2.2	Gewidmet meiner Frau Angelika und meinem Sohn Tobias	4
2.2.1	Einleitung	4
2.2.2	Einleitung	4
2.2.3	Einleitung	4
2.3	Einleitung	4
2.4	Einleitung	4
2.5	Einleitung	4
2.6	Einleitung	4
2.7	Einleitung	4
2.8	Einleitung	4
2.9	Einleitung	4
2.10	Einleitung	4
2.11	Einleitung	4
2.12	Einleitung	4
2.13	Einleitung	4
2.14	Einleitung	4
2.15	Einleitung	4
2.16	Einleitung	4
2.17	Einleitung	4
2.18	Einleitung	4
2.19	Einleitung	4
2.20	Einleitung	4
2.21	Einleitung	4
2.22	Einleitung	4
2.23	Einleitung	4
2.24	Einleitung	4
2.25	Einleitung	4
2.26	Einleitung	4
2.27	Einleitung	4
2.28	Einleitung	4
2.29	Einleitung	4
2.30	Einleitung	4
2.31	Einleitung	4
2.32	Einleitung	4
2.33	Einleitung	4
2.34	Einleitung	4
2.35	Einleitung	4
2.36	Einleitung	4
2.37	Einleitung	4
2.38	Einleitung	4
2.39	Einleitung	4
2.40	Einleitung	4
2.41	Einleitung	4
2.42	Einleitung	4
2.43	Einleitung	4
2.44	Einleitung	4
2.45	Einleitung	4
2.46	Einleitung	4
2.47	Einleitung	4
2.48	Einleitung	4
2.49	Einleitung	4
2.50	Einleitung	4
2.51	Einleitung	4
2.52	Einleitung	4
2.53	Einleitung	4
2.54	Einleitung	4
2.55	Einleitung	4
2.56	Einleitung	4
2.57	Einleitung	4
2.58	Einleitung	4
2.59	Einleitung	4
2.60	Einleitung	4
2.61	Einleitung	4
2.62	Einleitung	4
2.63	Einleitung	4
2.64	Einleitung	4
2.65	Einleitung	4
2.66	Einleitung	4
2.67	Einleitung	4
2.68	Einleitung	4
2.69	Einleitung	4
2.70	Einleitung	4
2.71	Einleitung	4
2.72	Einleitung	4
2.73	Einleitung	4
2.74	Einleitung	4
2.75	Einleitung	4
2.76	Einleitung	4
2.77	Einleitung	4
2.78	Einleitung	4
2.79	Einleitung	4
2.80	Einleitung	4
2.81	Einleitung	4
2.82	Einleitung	4
2.83	Einleitung	4
2.84	Einleitung	4
2.85	Einleitung	4
2.86	Einleitung	4
2.87	Einleitung	4
2.88	Einleitung	4
2.89	Einleitung	4
2.90	Einleitung	4
2.91	Einleitung	4
2.92	Einleitung	4
2.93	Einleitung	4
2.94	Einleitung	4
2.95	Einleitung	4
2.96	Einleitung	4
2.97	Einleitung	4
2.98	Einleitung	4
2.99	Einleitung	4
2.100	Einleitung	4



INHALTSÜBERSICHT

Seite

1.0	EINLEITUNG	1
2.0	EIGENE TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	3
2.1	Methodik	3
2.1.1	Mikroskop, Instrumente, Nahtmaterial	3
2.1.2	Operatives Vorgehen	3
2.1.3	Mikrochirurgische Gefäßanastomosen	5
2.1.4	Postoperative Maßnahmen	7
2.2	Ergebnisse	8
2.2.1	Klinisch postoperatives Geschehen	8
2.2.2	Auswertung der Röntgenaufnahmen und Angiographien	9
2.2.3	Patho-Histologie	10
2.3	Diskussion	10
2.4	Bildteil	14
3.0	ZUSAMMENFASSUNG	19
4.0	LITERATURVERZEICHNIS	20

DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. Hausamen für die Überlassung des Themas, die Beratung und Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Dr. Scheunemann danke ich für die Übernahme des Koreferates sowie für die Erlaubnis, die Einrichtungen der Klinik benutzen zu dürfen.

Für die Begutachtung der histologischen Präparate danke ich Herrn Dr. Schneider vom pathologisch-anatomischen Institut (Direktor: Prof. Dr. Thoenes).

Ebenso danke ich Fräulein Volz und Fräulein Zerfaß für die Herstellung der histologischen Präparate, Frau Redlich für die Anfertigung der Fotografien, den Mitarbeiterinnen der Röntgen-Abteilung für die Herstellung der Röntgenaufnahmen sowie Herrn Gerbracht und Herrn Pfeiffer für die Pflege unserer Versuchstiere.

LEBENS LAUF

Am 4. Februar 1950 wurde ich als erster Sohn des Industriekaufmanns Adalbert Stoffel und dessen Ehefrau Ingeborg Stoffel geb. Gierow in Obernburg am Main geboren.

Zu Ostern 1957 erfolgte meine Einschulung in die Freiherr-vom-Stein Schule in Eltville/Rheingau.

Nach Vollendung der 4. Volksschulklasse in der Leibniz-Schule in Mainz, besuchte ich von 1961 bis 1965 das Schloßgymnasium in Mainz und anschließend das Humboldt-Gymnasium in Wiesbaden. Dort erwarb ich im Juni 1970 die allgemeine Hochschulreife.

Meine Dienstzeit als Soldat auf Zeit verbrachte ich in der Bundeswehr-Zahnstation in 8972 Sonthofen von Oktober 1970 bis Juni 1972.

Im April 1972 immatrikulierte ich an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz für das Fach Zahnmedizin.

Im Sommersemester 1973 bestand ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im Wintersemester 1974/75 die zahnärztliche Vorprüfung in Mainz.

Am 9. Juni 1973 heiratete ich in Sonthofen die Erzieherin Angelika Fink.

Unser Sohn Tobias wurde am 8. September 1976 in Mainz geboren.

Von Juli bis November 1977 legte ich die zahnärztliche Prüfung an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz ab und erwarb am 15. November 1977 die Bestallung als Zahnarzt.

Seit 1. Dezember 1977 bin ich als wissenschaftlicher Angestellter in der Poliklinik für zahnärztliche Chirurgie der ZMK-Mainz tätig.

1.0 EINLEITUNG

Die mikrovaskuläre Chirurgie - die Anastomosierung kleiner Gefäße mit einem Durchmesser von weniger als 3 mm, unter Anwendung des Operationsmikroskopes - hat in den letzten Jahren zunehmende klinische Bedeutung gefunden. Die ersten Berichte gehen auf Jacobson et al (1960 a-c) zurück, die erstmals Gefäßnähte unter mikrochirurgischen Bedingungen vornahmen. Das Operationsmikroskop sowie ein spezielles mikrochirurgisches Instrumentarium und Nahtmaterial beschrieben O'Brien (1970 b,d, 1973 b), Salmon und Assimacopoulos (1964 a,b), Salmon (1968), Parel et al (1970), Acland (1972 d, 1974), Henderson (1970 a,b), Pearlman (1965), Aoyagi (1975), Jacobson et al (1963, 1967), Salmon et al (1964 a,b), O'Brien et al (1970 a,c, 1973 a), Buncke et al (1971, 1965 a), Acland (1972 c).

Die tierexperimentellen Untersuchungen für diese neue Methode gehen besonders auf Jacobson (1960 a-c, 1961 a,b), O'Brien et al (1970 a, 1971), Collins und Douglas (1964), Cobbett (1967 a), Ikuta (1968), Suarez und Jacobson (1961), Stahl und Katsumura (1964), Jacobson und Katsumura (1965), Crowell et al (1969), Overton (1970), Fisher und Lee (1965) zurück.

Jene erprobten das Operationsmikroskop, verschiedene Instrumente und Nahtmethoden, anastomosierten erfolgreich Carotisarterien mit einem Durchmesser von 1,4 - 3,2 mm und führten Endarterectomien und autologe Arterien und Venen-segment-Transplantationen auch im Hinblick auf die Vervollkommnungsmöglichkeiten der Blalock-Operation und dem Ersatz von Coronararterien durch.

Ferner wurden "Portacaval-Shunts", arteriovenöse Fisteln von der Vena cava zur Aorta, Arterialisierung der Leber auf diesem Wege und schließlich Nierentransplantationen durchgeführt.

Klinische Anwendung in der Neuro-Gefäßchirurgie beschrieben Yasargil et al (1970).

Darüber hinaus haben sich besonders 2 Schwerpunkte für die klinische Anwendung der Mikrogefäßanastomose ergeben die sowohl im Tierexperiment als auch bereits am Patient erprobt worden sind: Replantation und Transplantation. So wurde zum einen von Replantationen von Ohren, Nasen, Lippen, einzelnen Gelenken, Fingern, Muskeln und Drüsen, bis hin zu ganzen Gliedmaßen berichtet (Eiken et al 1964; Buncke et al 1965 a,b, 1966 a,b, 1967, 1973; O'Brien et al 1973 c,d, 1974; Hayhurst et al 1974; Komatsu et al 1968; Lendvay et al 1968, 1970; Cobbett 1967 c, 1969 a,b; Snyder et al 1972; Tamai 1970, 1972; Østrup et al 1974, 1975; Taylor et al 1975; Fujino et al 1972).

Zum anderen erlaubt die mikrovaskuläre Chirurgie die freie Transplantation großer Haut-Fett-Lappen. Mittels mikrochirurgischer Gefäß-Anastomosen können in einem Operationvorgang die Spendergefäße des freien Gewebelappens mit den Empfängergefäßen im Hautdefekt verbunden werden.

Mit dieser Problematik beschäftigte sich bereits eine überaus große Zahl von Autoren (Goldwyn et al 1963; Krizek et al 1965; Strauch et al 1967; Daniel et al 1973; Antia et al 1971; Mc Lean et al 1972; Ikuta 1975; O'Brien et al 1973 e; Rigg 1975; Kaplan et al 1973; Mc Craw 1975; Fujino et al 1974, 1975 a,b; Salyer et al 1973; Harashina et al 1973; Harii et al 1973, 1974 a,b,c, 1975 a,b).

In der vorliegenden Arbeit sollte anhand von Replantationsversuchen am Ohr des Kaninchens die Möglichkeit von Gefäßanastomosen an sehr kleinen Gefäßen überprüft werden. Das Kaninchenohr eignet sich besonders für diese Untersuchungen, da die Arterien einen Durchmesser von nur etwa 0,5 mm haben und der Zustand der anastomosierten Gefäße äußerlich erfassbar, das heißt, ein Mißerfolg sofort von einer sichtbaren Nekrose beantwortet wird.

2.0 EIGENE TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Methodik

2.1.1 Mikroskop, Instrumente, Nahtmaterial

Für die Durchführung unserer Versuche benutzten wir die Standardausführung des Stereo-Operations-Mikroskops von Zeiss.

Zu all jenen Amputations- und Replantationsvorgängen, die ohne Mikroskop durchgeführt wurden, verwandten wir ein übliches chirurgisches Instrumentarium.

Zum Präparieren der Gefäße, zum Anlegen der Gefäßklemme und zum Durchtrennen des Gefäßes benutzten wir 2 spitze, 110 mm lange, METEX-Pinzetten und eine gebogene Feder-schere mit ungezackter Schneide.

Die Durchführung der Naht erfolgte mit einem Mikro-Feder-nadelhalter und einem spitzen Federnahtinstrument zum Knüpfen der Naht.

Zur Mikrokoagulation benutzten wir einen Mikrokoagulator und eine mikrochirurgische spitze, abgebogene Koagulations-Pinzette. Als Gefäßklemme fand die modifizierte Acland-klemme mit Halter für die Spann-Naht und einem fixierten Abstand der einzelnen Klemmen von 8 mm Anwendung (siehe Bild Nr. 2).

Für die Hautnaht und Knorpelnaht verwandten wir atrauma-tisches, monofiles Polypropylen (Prolene 4-0 P₃).

Die mikrochirurgische Naht führten wir mit 10-0 atrauma-tischem monofilen Polyamid (Ethilon) mit 3/8 gebogener atraumatisher Nadel mit rundem Querschnitt (BV 4) durch (siehe Bild Nr. 3).

2.1.2 Operatives Vorgehen

An 10 Bastard-Kaninchen beiderlei Geschlechts, mit einem mittleren Gewicht von 2,5 - 3,5 kg, führten wir folgendes Experiment nach stets gleichen Grundprinzipien durch.

Zunächst narkotisierten wir die Kaninchen mit einer Initialdosis von 35 mg/kg Körpergewicht Pentobarbital (Nembutal) durch Injektion in die Randvene des nicht zu replantierenden Ohres. Das zu amputierende Ohr wurde beidseitig bis zum Ansatz enthaart und mit Diozol desinfiziert. Von da an galten aseptische Kautelen. Am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel des Ohres wurde mit einem Skalpell die äußere Haut von Ohrkante zu Ohrkante durchtrennt und samt einer geringen Schicht von Bindegewebe über dem Perichondrium etwa 2 - 2,5 cm breit nach zentral scharf abpräpariert und abgeklappt. Von diesem Zeitpunkt an wurde das Gewebe mit physiologischer Kochsalzlösung ständig feucht gehalten.

Unter dem Mikroskop bei 10facher Vergrößerung suchten wir nun die zentrale Ohrarterie, die zentrale Ohrvene und die Ohrtrandvene auf und präparierten mit mikrochirurgischer Pinzette und Schere zunächst grob über einer Länge von 2 cm das umgebende Bindegewebe ab und unterbrachen den Blutstrom mit der Aclandklemme. Kleinere Gefäße wurden stets elektrisch koaguliert, unter Anwendung einer mikrochirurgischen Koagulations-Pinzette. Anschließend amputierten wir das Ohr komplett.

Zur Replantation vereinigten wir zunächst den ungekürzten Ohrknorpel und die innere Ohrhaut ohne Überlappung mit durchgreifenden Einzelknopfnähten aus atraumatischem Nahtmaterial (Prolene 4-0 P₃). Der mitdurchtrennte sensible Nerv wurde nicht wiedervereinigt. Nach dem mikrochirurgischen Gefäßanastomosen verschlossen wir die äußere Hautoberfläche ebenfalls mit Einzelknopfnähten und sprühten einen Wund-schnellverband auf.

2.1.3 Mikrochirurgische Gefäßanastomosen

Im Mittelpunkt der Replantation standen die mikrochirurgischen Anastomosen der 3 Gefäße in der Reihenfolge Arterie, zentrale Ohrvene, Randvene, deren Durchmesser im Mittel 0,5 mm (Arterie) und 0,5 - 1 mm (Vene) betrugen. Dazu applizierten wir unter dem Operations-Mikroskop bei 10facher Vergrößerung die Aclandklemme derart, daß das Gefäß gleichmäßig ohne Spannung zwischen den Klemmen gehalten wurde. Nach wiederholter gründlicher Spülung der Gefäßlumina mit einem Thrombophob-Kochsalzlösungsgemisch (1250 IE Heparin-Na = 0,25 ml Thrombophob auf 5 ml physiologischer Kochsalzlösung) wurde die Adventitia von den Gefäßstümpfen abpräpariert. Durch das Ausspülen der Gefäßlumina erreichten wir zudem ein Aufblähen des kollabierten bzw. spastisch kontrahierten Gefäßes, was noch durch vorsichtiges Spreizen mit einer mikrochirurgischen Pinzette unter Vermeidung einer Laesion der Intima unterstützt wurde. Die anschließende Naht führten wir unter 16 - 25facher Vergrößerung ebenfalls mikrochirurgisch durch. Der Faden (Ethilon 10-0 BV4) wurde hierzu auf ca. 5 cm gekürzt, die Nadel unter dem Mikroskop entsprechend ausgerichtet und die Media und Intima zusammen durchdrungen, bis die Spitze deutlich im Lumen sichtbar wurde. Hier war oft ein modifizierter Paradontometer, dessen zum länglichen Oval ausgezogene erste Schlinge unter sorgsamer Schonung der Intima in das Gefäßlumen eingeführt als "Counter-Pressor" diente, hilfreich. Danach wurde der gleiche Vorgang am anderen Gefäßstumpf an der korrespondierenden Stelle so nahe an der Schnittkante als möglich wiederholt. Vor dem Knüpfen der Naht mit einem doppelten 1 - 2 mal geschlungenen Knoten durchspülten wir nochmals das Gefäßlumen. Nach dem Knüpfen der ersten Naht wurde ein längeres Ende des Fadens als Spannfaden in die dafür vorgesehene Vorrichtung am Rahmen der Aclandklemme eingehängt (siehe Bild Nr. 2).

Eine zweite Naht knüpften wir anschließend 120° auf dem Kreisbogen des Gefäßquerschnittes entfernt und hängten ebenfalls ein längeres Fadenende als Spannfaden, jedoch in die gegenüberliegende Aufhängevorrichtung, entsprechend der Empfehlung von Cobbett (1967 a-d). Damit wurde die asymmetrische Aufspannung des Gefäßes quer zur Verlaufsrichtung erreicht, mit daraus resultierendem Voneinanderweichen der Gefäßwände und Öffnung des Lumens (siehe Bild Nr. 3). Meist genügten jetzt 2 weitere Einzelknopfnähte (eine bei den Venen), deren Fadenenden normal gekürzt wurden, zur Festlegung der Naht auf einer Seite des Gefäßes. Unter 10facher Vergrößerung wendeten wir anschließend die gesamte Klemmenvorrichtung um die Längsachse des in ihr noch immer fixierten Gefäßes samt Spannfäden um 180° und vervollständigten nach erneutem Spülen des Lumens die Naht mit 3 (zwei bei den Venen) weiteren Einzelknopfnähten an der jetzt erhaben wirkenden Gefäßrückwand. 7 - 8 Nähte waren für die Arterie meist ausreichend. Nach dem Zurückwenden der Klemmenvorrichtung in die Ausgangslage, und dem anschließenden Entfernen der Spannfäden, wurde zuerst die distale Klemme gelöst, damit eventuell eingeschlossene Luft entweichen und die Nahtlöcher vollbluten konnten. (Bei den Venen wurde zuerst die zentrale Klemme geöffnet). Erst dann öffneten wir die zentrale Klemme und brachten etwaige geringe Blutungen durch leichten Druck mit einem Gazetupfer auf die Gefäßwand für ca. 30 Sek. zum Stehen. Immer kontrollierten wir das Pulsieren der Gefäßwand distal von der Naht, wie dies von Acland (1972 b) zur Prüfung der Gängigkeit der Anastomose detailliert beschrieben wurde. Zusätzliche Nähte waren nur in den seltensten Fällen notwendig. Die Venen anastomosierten wir ebenfalls mit 5 - 6 Einzelknopfnähten. Hierbei gestaltete sich das regelrechte Erfassen der Gefäßenden besonders problematisch in Hinblick auf die dünne, zerreißliche Gefäß-

wand und der Tendenz, im blutleeren Zustand zu kollabieren. Das Aufblähen des Lumens durch Ausspülen mit Heparin-Lösung war hier deshalb besonders günstig.

2.1.4 Postoperative Maßnahmen

Die Kaninchen wurden ohne weitere Sicherung des Ohres und ohne Gaben von Antibiotika oder Antikoagulation in den Käfig zurückgelegt, nachdem Temperatur und Farbe des Ohres überprüft worden waren.

Am 1. Tag postoperativ und dann wöchentlich nach der Replantation führten wir Nachuntersuchungen bezüglich Farbe, Temperatur und Entzündung durch und notierten Besonderheiten.

Am Ende der geplanten Überlebenszeit nach 2, 4 oder 8 Wochen fertigten wir intravitale Angiographien und Röntgenaufnahmen zur Darstellung des arteriellen Gefäßsystems an. Zu diesem Zweck narkotisierten wir die Kaninchen erneut, und präparierten unter dem Mikroskop zentral von der früheren Durchtrennung die zentrale Ohrarterie frei. Jene wurde abgebunden, durchtrennt und in das Lumen des distalen Stumpfes wurde ein Gefäßkatheter eingeschoben (Durchmesser 0,432 mm). Sofort anschließend perfundierten wir über diesen Katheter das gesamte Ohr mit der vorgenannten Thrombophob-Lösung.

Unter Einspritzen eines wässrigen trijodierten Kontrastmittels (Conray 60) wurde eine rasche Serie (Abstand 0,5 Sek.) von ca. 8 Vergrößerungs-Angiographien angefertigt (siehe Bild Nr. 6) (Abstand Ohr - Film 50 cm ohne Raster, Abstand Ohr - Röntgenröhre 50 cm, Focus 0,3 cm; Belichtung 0,06 Sek. 35 KV, kliniküblicher Angiographie-Film) und das Ohr anschließend erneut mit Thrombophob-Lösung perfundiert.* Anschließend infundierten wir jeweils ca. 50 ml eines angewärmten Bariumsulfates (Micropaque) Kochsalzlösungs-Gemisches ebenfalls intravital mit steigender BaSO_4 -Konzentration (1:3, 1:2, 1:1) unter Druck. Die letzte, am

* Herrn Prof. Dr. S. Wende, Leiter der neuroradiologischen Abteilung an der neurochirurgischen Klinik (Direktor: Prof. Dr.Dr.h.c. K. Schürmann), danke ich für die Anfertigung der Angiogramme.

stärksten konzentrierte Kontrastmittel-Mischung enthielt anstelle einer Kochsalz-Lösung eine 10%ige Formalin-Lösung.

Durch eine Überdosis Nembutal töteten wir anschließend das Versuchstier und setzten das Ohr unmittelbar an seinem Ansatz am Kopf ab.

Zur speziellen Darstellung des arteriellen Gefäßsystems röntgten wir erneut das mit Micropacque gefüllte, abgetrennte Ohr unmittelbar auf der Filmkassette liegend, um eine besonders scharfe Abbildung zu erreichen, was aus technischen Gründen bei der Angiographie nicht möglich gewesen war (Abstand zur Röhre 1,35 m, 35 KV; 2,5 m kliniküblicher Film + Folienkombination).

Abschließend wurden die anastomosierten Gefäße samt unmittelbar angrenzendem Bindegewebe unter dem Operationsmikroskop herauspräpariert, in Paraffin eingebettet, etwa 1,5 cm lange Längsschnitte durch die Anastomose angefertigt und mit Haematoxilin-Eosin, nach van Gieson und nach Goldner gefärbt.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Klinisch postoperatives Geschehen

Ein Versuchstier starb am Ende des Eingriffes offensichtlich an einer Überdosis Nembutal. Gefäßzeichnung, Temperatur und Farbe der Ohren waren jedoch bis zu diesem Zeitpunkt normal gewesen. Ein weiteres Versuchstier zeigte unmittelbar nach der Replantation, und auch einen Tag danach, ein normalgefärbtes warmes Ohr, jedoch mit venöser Gefäßzeichnung und einer Nachblutung. Dem schloß sich ein Durchblutungsstop mit hämatöser Stauung an. Nach einem weiteren Tag nahm es eine blau-schwarze Farbe an, wurde nekrotisch und fiel schließlich unter Zurück-

lassung eines vitalen zentralen Stumpfes an der Schnittstelle ab. Die restlichen 8 Replantate konnten in dem Sinne vollständig erhalten bleiben, daß die ausreichende Durchblutung gewährleistet blieb. Anfänglich war die Temperatur aller 8 Replantate gegenüber der nicht operierten Seite zwar reduziert, zeigte aber spätestens nach 2 Wochen wieder normale Werte.

Ebenfalls fanden wir in den ersten 2 Wochen cyanotische Veränderungen der Haut in 5 Fällen und mäßige Gefäßzeichnung in 4 Fällen.

In jeweils 2 Fällen fanden sich Haematome und Nachblutungen, und in einem Fall zeigte sich eine Nekrose im Bereich der Randvene und der Ohrspitze. Abgesehen von jener Nekrose erwiesen sich alle übrigen Veränderungen im Laufe von 4 - 8 Wochen als reversibel.

2.2.2 Auswertung der Röntgenaufnahmen und Angiographien

Die Röntgenbefunde ergaben darüber hinaus folgendes: Nach einer Woche zeigte die Arterie nur schwache Aufhellungen an der Nahtstelle, die in das Lumen ragten, als Zeichen von Einengungen des Gefäßlumens. Demgegenüber waren die Lumina der Venen im Bereich der Anastomosen stark eingeengt, und die Venen im distalen Bereich deutlich gestaut.

Verengungen der Gefäßwände, verursacht durch die Gefäßklemme zentral und distal von der Anastomose und die Entfernung der Adventitia, waren ebenfalls bei den Venen stärker ausgeprägt als bei den Arterien. Nach 2 und 4 Wochen zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede abgesehen vom Rückgang der Einengungen und Stauungen in den Venenlumina.

Auch nach 8 Wochen waren noch unterschiedlich starke Einengungen sowohl der Arterienlumina als auch besonders der Venenlumina festzustellen, wenn auch mit rückläufiger Tendenz.

2.2.3 Patho-Histologie

Im wesentlichen entsprachen die histologischen Befunde den Befunden der Röntgenaufnahmen.

Nach einer Woche waren die Arterienlumina passierbar, teilweise mit Bruchstücken von Gerinnungsthromben ausgefüllt. Immer war die Intima intakt und ein Fremdkörpergranulom um das eingeschlossene Nahtmaterial sichtbar. Die Adventitia war noch nicht neugebildet.

In den Venenlumina fanden sich Abscheidungsthromben in Organisation, in einem Fall erschien die zentrale Ohrvene total verlegt.

Nach 2 Wochen waren die Arterienlumina frei von Thromben, die durchtrennte Media war bindegewebig ersetzt, wobei jenes Bindegewebe teilweise in das Lumen eingestülpt zu sein schien. Demgegenüber fanden sich Ausbuchtungen an der Nahtstelle einer Vene.

Nach 4 Wochen hatte sich die Adventitia neugebildet und schloß das Fremdkörpergranulom mit ein. Noch immer fanden sich Abscheidungsthromben im Stadium der Organisation in den Venen. Bei den 8 Wochen alten Versuchstieren waren die Arterienlumina ausnahmslos frei von Thromben. Einheitlich ließen sich intakte Intima, bindegewebig ersetzte Media, Fremdkörpergranulom und regenerierte Adventitia bei Arterien und Venen erkennen. Nur in 2 Fällen waren Abscheidungsthromben, einmal in der zentralen Ohrvene, ein anderes Mal in der Randvene, zu sehen.

2.3 Diskussion

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß es möglich ist, Gefäße mit einem äußeren Durchmesser von 0,5 mm erfolgreich zu anastomosieren. Verschiedene Bedingungen müssen hierzu jedoch erfüllt werden.

Wichtig ist zunächst ein geeignetes mikrochirurgisches Instrumentarium und atraumatisches Nahtmaterial sowie die

Verwendung eines Operationsmikroskopes (Jacobson 1965, O'Brien 1970 a). Eine geeignete Nahtmethode und exakte Vereinigung der Gefäßstümpfe, wie sie in den Grundprinzipien zuvor beschrieben worden sind und auch von Acland (1973) und Baxter (1972) gefordert wurde, muß verhindern, daß größere Aneurysmen, Einziehungen oder gar, daß Aufkrepelungen an der Nahtstelle entstehen (Jacobson 1960 b, 1965; Smith 1966, Cobbett 1967 d).

Schon Guthrie (1908) und später auch Acland (1973) sahen hierin einen wichtigen Thrombosefaktor, der zu einem partiellen oder totalen Verschuß des Gefäßes führen kann. Zu den weiteren Thrombosefaktoren zählt eine Laesion oder ungenügende Adaptation der Intima und Media oder das Ausreißen der Nähte.

Auch um die nur 25μ starken Nylonfäden bildet sich stets ein Fadengranulom, was jedoch den Erfolg der Gefäßnaht nur unwesentlich beeinflußt. Sonstige Traumata, wie z. B. zu straffes Abklemmen der Gefäße (Hausamen, Reuther, Hamm 1976), können ebenfalls über eine Intimaverletzung Thrombosen hervorrufen.

Das Einnähen der Adventitia in das Lumen bewirkt ebenfalls Thrombosen (Ikuta 1968, O'Brien 1970 a, 1971; Acland 1973, Tamai 1972). Eine Entfernung der Adventitia im Nahtbereich sollte daher sorgfältig durchgeführt werden, um ein Einnähen der Adventitia zwischen die Media oder in das Gefäßlumen zu vermeiden (Jacobson 1960 b, 1965; Cobbett 1967 a,b; Buncke 1965 a). Die Behauptung, daß hierdurch eine Nekrose der Media erzeugt werde (Smith 1966, 1967; O'Brien 1970 a, Tamai 1972, Baxter 1972), konnten wir nicht belegen, da stets die Media schon in einem frühen Zeitpunkt durch Bindegewebe ersetzt war, bevor die Adventitia neugebildet war.

In die Thromboseprophylaxe sollte ferner die Beeinflussung der vasomotorischen Nerven durch Pharmaka wie Xylocain (Ikuta 1968), Papaverin (Kinmonth 1956) und Chlorpromazin

(Cobbett 1967 b) einbezogen werden.

In diesem Zusammenhang sollte auch das Ausspülen der Gefäßstümpfe mit Heparin-Lösung zwischen den Klemmen als Thromboseprophylaxe erwähnt werden (Engler et al 1959, Jacobson 1963, Cobbett 1967 b, Ikuta 1968, Tamai 1972). Generalisierte Heparinisierung oder andere weitergreifen der Thromboseprophylaxe, wie sie von Spencer et al (1960), Elcock (1972), Kolar et al (1973), Acland (1972 a), Winfrey et al (1962) und Nomoto et al (1974) gefordert wurden, halten wir für insofern für eher hinderlich, als sie Blutungen an der Nahtstelle hervorrufen können.

Von ebenfalls grundlegender Bedeutung für das Schicksal des gesamten Replantats ist die Gewährleistung des venösen Abflusses (Jacobson 1963). Dies zeigt vor allem jener Versuch, in dem die Venen thrombosierten und ein Gefäßstau und Nekrose die unmittelbaren Folgen waren. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, in jedem Fall beide Venen zu anastomosieren, da sowohl technische Probleme als auch die Morpho-Histologie derart kleiner Venen (Dunihue 1967) eine gewisse Disposition zur Thrombose beinhalten (Cobbett 1967 a,b).

So mußten wir feststellen, daß sich wegen des langsameren Blutflusses und wegen der empfindlichen Reaktionen der Venen auf das Abklemmen, vermehrt Abscheidungsthromben bilden konnten. Insgesamt stellt die Anastomose der kleinen Venen größere Probleme als die gleichgroßer Arterien. Unter diesem Aspekt betrachten wir auch das Ergebnis von Buncke (1966 a), der in einer ähnlichen Versuchsreihe nur einen Erfolg erzielen konnte, der aber auch jeweils nur eine Arterie und eine Vene anastomosierte.

Unter Beachtung all dieser hier aufgeführten Bedingungen konnten wir - abgesehen von unmittelbar postoperativen Alterationen, wie Verfärbungen und Schwellungen durch

Haemotome - keine bleibenden Schäden feststellen, insbesondere keine Plasmaextravasation, wie sie Eiken (1964 b) und Onji et al (1967) bei größeren Gliedmaßen-Replantationen beobachteten. Daraus möchten wir für unsere experimentellen Replantationen ableiten, daß das Kühlen oder die Perfusion des gesamten Gefäßsystems bei der Replantation nicht notwendig ist. Dies hatten Cobbett (1967 b), O'Brien (1973), Eiken (1964 b), Tamai (1972) und Jacobson (1963) gefordert. Jedoch erwiesen sich prophylaktische Maßnahmen zur Verhinderung von Gefäßspasmen, wie von Cobbett (1967 b), Ikuta (1968), Kinmonth et al (1956) und Casten et al (1962) beschrieben als erforderlich, da wir ohne deren Anwendung stets Gefäßspasmen feststellen mußten.

2.4 Bildteil

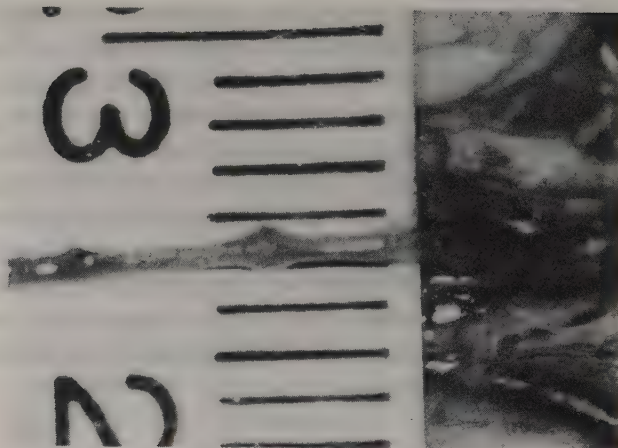


Abb. Nr. 1 Unversehrte Arterie mit unterlegtem Meßblatt (1 Teilstrich = 1 mm)



Abb. Nr. 2 Das durchtrennte Gefäß ist in der Acland-Klemme fixiert. Die erste Spannaht ist durchgeführt.

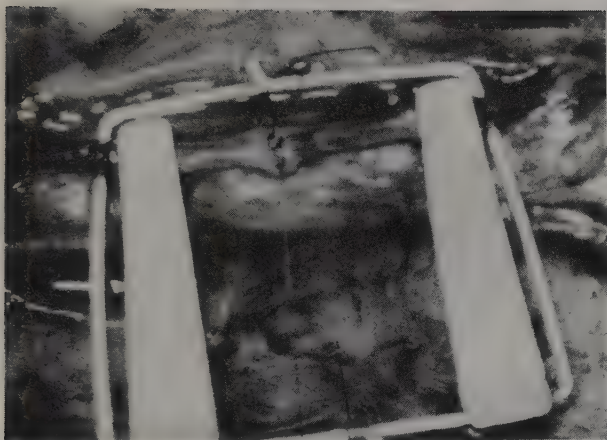


Abb. Nr. 3 Die Gefäßnaht ist auf einer Seite fertiggestellt. Die Klemmenvorrichtung wird danach gewendet und die Rückseite des Gefäßes genäht.

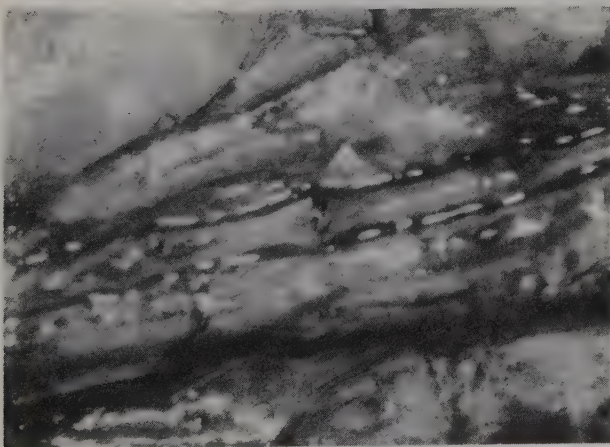
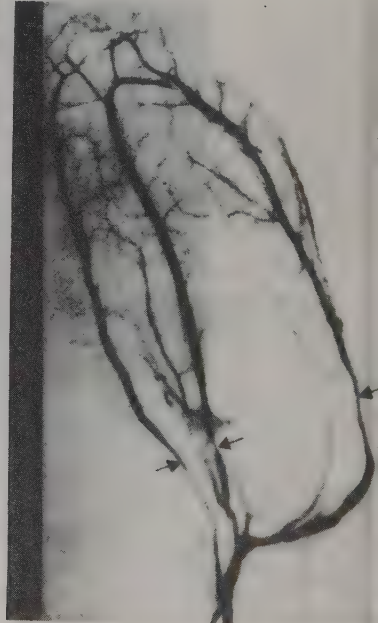


Abb. Nr. 4 Gefäß nach vollständiger Anastomose. Die Naht ist dicht.



Abb. Nr. 5 Replantiertes
Ohr 8 Wochen
dem Eingriff.

Abb. Nr. 6 Vergrößerungsan-
giographie des re-
plantierten Ohres
nach 8 Wochen.



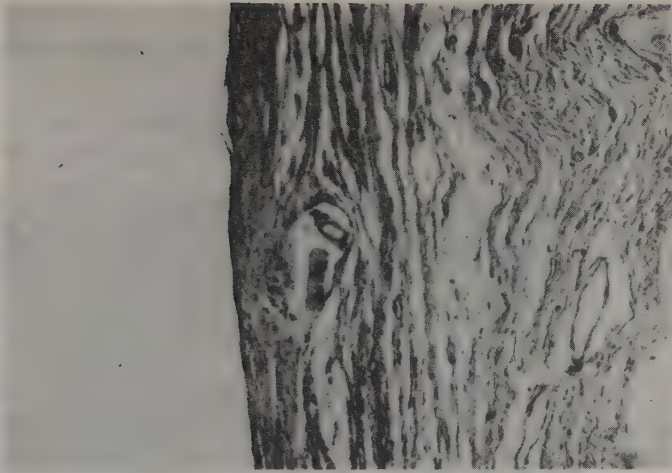


Abb. Nr. 7 Nahtstelle einer Arterie im histologischen Präparat.
Längsschnitt, 100fache Vergrößerung.
Haematoxilin-Eosin-Färbung.

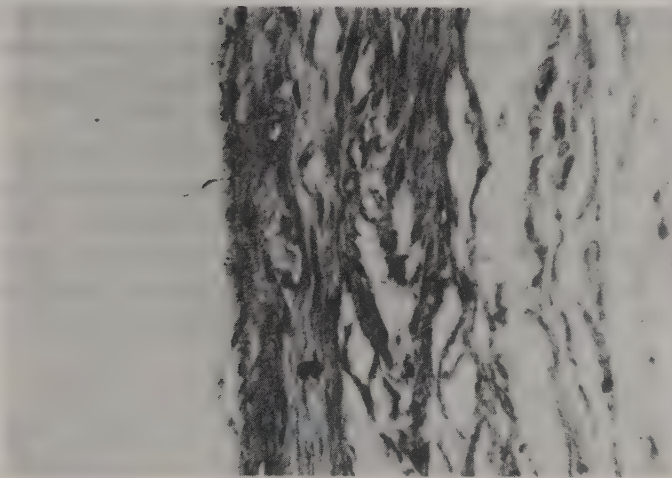


Abb. Nr. 8 Durch Bindegewebe überbrückte Media-Stümpfe.
Längsschnitt, 400fache Vergrößerung.
Goldner-Färbung.

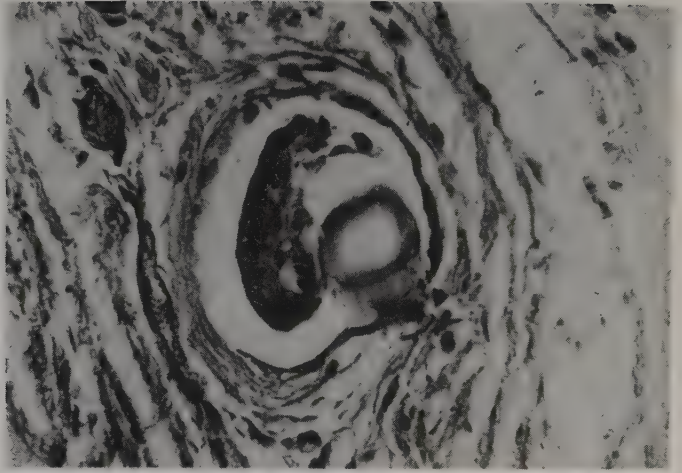


Abb. Nr. 9 Fremdkörpergranulom zwischen Media und Adventitia um einen Faden.
Längsschnitt, 400fache Vergrößerung.
Haematoxilin-Eosin-Färbung.

3.0 ZUSAMMENFASSUNG

In einer standardisierten Versuchsanordnung haben wir bei 10 Kaninchen jeweils 1 Ohr vollständig abgetrennt und die Replantation mittels mikrochirurgischer Gefäß-anastomosen durchgeführt.

Neben der zentralen Ohrarterie mit einem Durchmesser von 0,5 - 1 mm wurden die zentrale Ohrvene und die Ohrrend-vene anastomosiert, deren Durchmesser ebenfalls in diesem Bereich lagen.

Von den insgesamt 10 replantierten Ohren konnten 8 vollständig zur Anheilung gebracht werden. Im postoperativen Verlauf wurde zunächst die Einheilung klinisch beurteilt und nach einem Überlebenszeitraum bis zu 8 Wochen unter Narkose die Vergrößerungsangiographie des replantierten Ohres durchgeführt.

Bis auf eine geringfügige Einengung im Bereich des Anastomosenstelle waren alle Gefäße der replantierten Ohren durchgängig.

Bei der histologischen Aufbereitung war die Intima nach diesem Zeitraum vollständig wiederhergestellt. Media und Adventitia zeigten eine feine Narbenbildung.

Insgesamt zeigen unsere Untersuchungen, daß unter Anwendung des Operationsmikroskopes sowie speziellen mikrochirurgischen Instrumenten und Nahtmaterialien die Anastomose auch solch kleiner Gefäße erfolgreich durchgeführt werden kann. Für die klinische Anwendung setzt dies jedoch ein langes und ständiges Training im Tierexperiment voraus.

4.0 LITERATURVERZEICHNIS

1. ACLAND, R.:
Prevention of thrombosis in microvascular surgery
by the use of magnesium sulphate.
Brit. J. Plast. Surg. 25, 292 - 299 (1972) a
2. ACLAND, R.:
Signs of patency in small vessel anastomosis.
Surgery 72, 744 - 748 (1972) b
3. ACLAND, R.:
A new needle for microvascular surgery.
Surgery 71, 130 - 131 (1972) c
4. ACLAND, R.:
New instruments for microvascular surgery.
Brit. J. Surg. 59, 181 - 184 (1972) d
5. ACLAND, R.:
Thrombus formation in microvascular surgery:
An experiment study of the effect of surgical trauma.
Surgery 73, 766 - 771 (1973)
6. ACLAND, R.:
Microvascular anastomosis: A device for holding
stay sutures and an new vascular clamp.
Surgery 73, 185 - 187 (1974)
7. ANTIA, N.H., V.I. BUCH:
Transfer of an abdominal dermo-fat graft by direct
anastomosis of blood vessels.
Brit. J. Plast. Surg. 24, 15 - 19 (1971)
8. AOYAGI, R., T. FUJINO, T. OHSHIRO:
Detection of small vessels for microsurgery by a
doppler flowmeter.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 372 - 373 (1975)

* Die Abkürzungen der Zeitschriften sind dem World
Medical Periodicals, 3. Aufl. (1961) entnommen.

9. BAXTER, J.Th., B.McC. O'BRIEN, P.N. HENDERSON, R.C. BENNETT:
The histopathologie of small vessels following microvascular repair.
Brit. J. Surg. 59, 617 - 622 (1972)
10. O'BRIEN, B.McC., P.N. HENDERSON, R.C. BENNETT, G.W. CROCK:
Microvascular surgical technique.
Med. J. Aust. 1, 722 - 725 (1970) a
11. O'BRIEN, B.McC., G.W. CROCK, R.C. BENNETT, P.N. HENDERSON, J.E.K. GLABRAITH:
Experimental and clinical microsurgery.
Med. J. Aust. 1, 708 - 709 (1970) b
12. O'BRIEN, B.McC., P.N. HENDERSON, G.W. CROCK:
Metallized microsutures.
Med. J. Aust. 1, 717 - 719 (1970) c
13. O'BRIEN, B.McC.:
The triploscope - a triple operating microscope.
Plast. Reconstr. Surg. 45, 279 - 281 (1970) d
14. O'BRIEN, B.McC., P.N. HENDERSON, T.J. BAXTER, G.D.H. MILLER:
Microsurgical repair of small vessels for television demonstrations.
Trans. 5th Int. Cong. Plast. Reconstr. Surg.
578 - 585 (1971)
15. O'BRIEN, B.McC., J.W. HAYHURST:
Metallized microsutures and an new micro needle holder.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 673 - 676 (1973) a
16. O'BRIEN, B.McC.:
A modified triploscope.
Brit. J. Plast. Surg. 26, 301 - 303 (1973) b

17. O'BRIEN, B.MCC., A.M. MACLEOD, G.D.H. MILLER,
R.K. NEWING, J.W. HAYHURST, W.A. MORRISON:
Cinical replantation of digits.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 490 - 501 (1973) c
18. O'BRIEN, B. MCC., G.D.H. MILLER:
Digital reattachment and revascularization.
J. Bone Jt Surg. 55 A, 714 - 724 (1973) d
19. O'BRIEN, B.MCC., A.M. Macleod, J.W. HAYHURST,
W.A. MORRISON:
Succesful transfer of a large island flap from the
groin to the foot by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 271 - 278 (1973) e
20. O'BRIEN, B.MCC., T.J. BAXTER:
Experimental digital replantation.
Hand, Vol. 6, Nr. 1 (1974)
21. BUNCKE, H.J.JR., W.P. SCHULZ:
The suture repair of one-millimeter vessels.
Plast. Reconstr. Surg. 36, 24 - 31 (1965) a
22. BUNCKE, H.J.JR., W.P. SCHULZ:
Experimental digital amputation and reimplantation.
Plast. Reconstr. Surg. 36, 62 - 70 (1965) b
23. BUNCKE, H.J. JR., W.P. SCHULZ:
Total ear reimplantation in the rabbit utilising
microminiature vascular anastomoses.
Brit. J. Plast. Surg. 19, 15 - 22 (1966) a
24. BUNCKE, H.J. JR., C.M. BUNCKE, W.P. SCHULZ:
Immediate nicoladoni procedure in the rhesus monkey,
or hallux-to-hand transplantation, utilising micro-
miniature vascular anastomoses.
Brit. J. Plast. Surg. 19, 332 - 337 (1966) b

25. BUNCKE, H.J. JR., A.I. DANILLER, W.P. SCHULZ,
R.A. CHASE:
The fate of autogenous whole joints transplants
by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 39, 333 - 341 (1967)
26. BUNCKE, H.J. JR., D.H. MCLEAN:
The advantage of a straight needle in microsurgery.
Plast. Reconstr. Surg. 47, 602 - 603 (1971)
27. BUNCKE, H.J. JR., D.H. MCLEAN, PH.T. GEROGE,
B.J. CREECH, N.L. CHATER, G.W. COMMONS:
Thumb replacement: Great toe transplantation by
microvascular anastomosis.
Brit. J. Plast. Surg. 26, 194 - 201 (1973)
28. CASTEN, D.F., A.H. SADLER, D. FORMAN:
An experimental study of the effect of sympathectomy
of small blood vessel anastomoses.
Surg. Gynec. Obstet. 115, 462 - 466 (1962)
29. COBBETT, J.:
Small vessel anastomosis.
Brit. J. Plast. Surg. 22, 16 - 20 (1967) a
30. COBBETT, J.:
Microvascular surgery.
Surg. Clin. No. Am., 521 - 543 (1967) b
31. COBBETT, J.:
Microvascular surgery.
Brit. J. Surg. 54, 842 (1967) c
32. COBBETT, J.:
Diameter changes in small vessel anastomoses.
In: Microvascular Surgery, S. 35 - 38
hrsg. von R.M.P. DONAGHY und M.G. YASARGIL
St. Louis: C.V. Mosby und Co. (1967) d

33. COBBETT, J.:
Free digital transfer. Report of a case transfer
of a great toe to replace an amputated thumb.
J. Bone Jt. Surg. 51 B, 677 - 679 (1969) a
34. COBBETT, J.:
Small vessel surgery in the hand.
Hand 1, 57 (1969) b
35. COLLINS, R.E., F.M. DOUGLAS:
Small vein anastomosis with and without operative
microscope.
Arch. Surg. 88, 740 - 742 (1964)
36. MCCRAW, J.B., L.T. FURLLOW:
The dorsalis pedis arterialized flap.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 177 - 185 (1975)
37. CROWELL, R.M., M.G. YASARGIL:
Experimental microvascular autografting.
J. Neurosurg. 31, 101 - 104 (1969)
38. DANIEL, R.K., H.B. WILLIAMS:
The free transfer of skin flaps by microvascular
anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 16 - 31 (1973) a
39. DANIEL, R.K., G.I. TAYLOR:
Distant transfer of an island flap by micro-
vascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 111 - 117 (1973) b
40. DUNIHUE, F.H.:
Histology of small blood vessels.
In: Microvascular Surgery, S. 14 - 15
hrsg. von R.M.P. DONAGHY und M.G. YASARGIL
St. Louis: C.V. Mosby und Co. (1967)

41. EIKEN, O., D.C. NABSETH, R.F. MAYER, R.A.JR. DETERLING:
Limb replantation: The technique and immediate results.
Arch. Surg. 88, 48 - 53 (1964) a
42. EIKEN, O., D.C. NABSETH, R.F. MAYER, R.A.JR. DETERLING:
Limb Replantation: The pathophysiological effects.
Arch. Surg. 88, 54 - 65 (1964) b
43. ELCOCK, H.W., J.M. FREDRICKSON:
The effect of heparin on thrombosis at microvenous
anastomotic sites.
Arch. Otolaryng. 95, 68 - 71 (1972)
44. ENGLER, H.S., P.E. CHRISTOPHER, H.G. WILLIAMS,
R.S. SPEARS, W.H. MORETZ:
Prevention of thrombus formation in small artery
anastomoses.
Arch. Surg. 78, 110/766 - 117/773 (1959)
45. FISHER, B., S. LEE:
Microvascular surgical technique in research, with
special reference to renal transplantation in the rat.
Surgery 58, 904 - 914 (1965)
46. FUJINO, T., T. HARASHINA, A. MIKATA:
Autogenous en bloc transplantation of the mammary
gland in dogs, using microsurgical technique.
Plast. Reconstr. Surg. 50, 376 - 381 (1972)
47. FUJINO, T., T. HARASHINA, R. TANINO, T. OHSHIRO, F. AOYAGI:
Clinical success of distant transfer of free skin flap
in head and neck regions by microvascular anastomoses.
Keio J. Med. 23, 47 - 53 (1974)
48. FUJINO, T., S. SAITO:
Repair of pharyngoesophageal fistula by microvascular
transfer of a free skin flap.
Plast. Reconstr. Surg. (1975) a

49. FUJINO, T., R. TANINO, C. SUGIMOTO:
Microvascular transfer of free deltopectoral
dermal-fat-flap.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 428 - 434 (1975) b
50. GOLDWYN, R.M., D.L. LAMB, W.L. WHITE:
An experimental study of large island flaps in dogs.
Plast. Reconstr. Surg. 31, 528 - 536 (1963)
51. GUTHRIE, C.C.:
Some physiological aspects of blood vessel surgery.
J. Amer. Med. Ass. 51, 1658 - 1662 (1908)
52. HARASHINA, T., A. MIKATA, L.I. EPSTEIN, T. FUJINO:
Rejection phenomena after homotransplantation of
skin flaps in dogs by microvascular technique.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 390 - 393 (1973)
53. HARI, K., S. OHMORI:
Use of the gastroepiploic vessels as recipient or
donor vessels in the free transfer of composite flaps
by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 541 - 548 (1973)
54. HARI, K., K. OHMORI, S. OHMORI:
Free deltopectoral skin flaps.
Brit. J. Plast. Surg. 27, 231 - 239 (1974) a
55. HARI, K., K. OHMORI, S. OHMORI:
Successful clinical transfer of ten free flaps by
microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 53, 259 - 270 (1974) b
56. HARI, K., K. OHMORI, S. OHMORI:
Hair transplantation with free scalp flaps.
Plast. Reconstr. Surg. 53, 410 - 413 (1974) c
57. HARI, K., K. OHMORI:
Free Groin flaps in children.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 588 - 591 (1975) a

58. HARI, K., K. OHMORI:
Direct transfer of large free groin skin flaps to
the lower extremity using microvascular anastomoses.
Chir. Plast. 3, 1 - 14 (1975) b
59. HAUSAMEN, J.E., J. REUTHER, R. HAMM:
Mikrochirurgische Gefäßanastomosen in Tierexperiment.
Dtsch. Z. Mund-, Kiefer-, Gesichtschir. 1, 24 - 29 (1977)
60. HAYHURST, J.W., B.MCC. O'BRIEN, H. ISHIDA, TH.J. BAXTER:
Experimental digital Replantation after prolonged cooling.
Hand, Vol. 6/2, 134 - 141 (1974)
61. HENDERSON, P.N., B.MCC. O'BRIEN, J.M. PAREL:
An adjustable double microvascular clamp.
Med. J. Aust. April 4, 715 - 717 (1970) a
62. HENDERSON, P.N., L. PERICIC, B.MCC. O'BRIEN:
Mobile arm rests.
Med. J. Aust. April 4, 720 - 721 (1970) b
63. IKUTA, Y.:
Studies on small vessel anastomosis.
Hiroshima J. Med. Sci., Vol. 17, 285 - 311 (1968)
64. IKUTA, Y.:
Autotransplant of omentum to cover large denudation
of the scalp.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 490 - 493 (1975)
65. JACOBSON, J.H., E.L. SUAREZ:
Microsurgery in anastomosis of small vessels.
Surg. Forum 11, 243 - 244 (1960) a
66. JACOBSON, J.H., E.L. SUAREZ:
Microvascular surgery.
Dis. Chest., 220 - 224 (1960) b

67. JACOBSON, J.H., D.B. MILLER, E.L. SUAREZ:
Microvascular surgery: A new horizon in coronary artery surgery.
Circulation 22, 767 (1960) c
68. JACOBSON, J.H., E.L. SUAREZ:
Microsurgery: Application to organ transplantation.
Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs 1961,
301 - 305 (1961) a
69. JACOBSON, J.H., E.L. SUAREZ, B.S. TABAKIN, J.S. HANSON, E.J. Caldwell:
Reassessment of the blalock VS. potts operation: Observations on animal growth in the presence of an artificial patent ductus arteriosus.
Circulation 24, 965 (1961) b
70. JACOBSON, J.H.:
Microsurgical technic in repair of the traumatized extremity.
Clin. Orthop. 29, 132 - 145 (1963)
71. JACOBSON, J.H., T. KATSUMURA:
Small vein reconstruction.
J. Cardiovasc. Surg. 12, 157 - 159 (1965)
72. JACOBSON, J.H.:
The development of microsurgical technique.
In: Microvascular Surgery, S. 4 - 13
hrsg. von R.M.P. DONAGHY und M.G. YASARGIL
St. Louis: C.V. Mosby und Co. (1967)
73. KAPLAN, E.N., H.J. BUNCKE, D.E. MURRAY:
Distant transfer of cutaneous island flaps in humans by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 301 - 305 (1973)
74. KOLAR, L., J. WIEBERDINK, R.S. RENEMAN:
Anticoagulation in microvascular surgery.
Eur. Surg. Res. 5, 52 - 57 (1973)

75. KOMATSU, SH., S. TAMAI:
Successful replantation of a completely cut-off thumb.
Plast. Reconstr. Surg. 42, 374 - 377 (1968)
76. KINMONTH, J.B., G.H. HADFIELD, J.E. CONNOLLY,
R.H. LEE, E.C. AMOROSO:
Traumatic arterial spasm, its relief in man and
in monkeys.
Brit. J. Surg. 44, 164 - 169 (1956)
77. KRIZEK, TH.J., T. TANI, J.D. DESPREZ, C.L. KIEHN:
Experimental transplantation of composite grafts
by microsurgical vascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 36, 538 - 546 (1965)
78. MCLEAN, D.H., H.J. BUNCKE:
Autotransplant of omentum to a large scalp defect
with microsurgical revascularization.
Plast. Reconstr. Surg. 49, 268 - 274 (1972)
79. LENDVAY, P.G.:
Anastomosis of digital vessels.
Med. J. Aust. 2, 723 - 728 (1968)
80. LENDVAY, P.G., R. OWEN:
Microvascular repair of completely severed digit fate
of digital vessels after six months.
Med. J. Aust. 2, 818 - 820 (1970)
81. NOMOTO, H., H.J. BUNCKE, N.L. CHATER:
Improves patency rates in microvascular surgery when
using magnesium sulfate and a silicone rubber vascular
cuff.
Plast. Reconstr. Surg. 54, 157 - 160 (1974)
82. ONJI, Y., A. KOHAMA, S. TAMAI, H. FUKUNISHI, SH. KOMATSU:
Metabolic alternations following replantation of an
amputated extremity.
J. Jpn. Orthop. Ass. 41, 55 - 63 (1967)

83. OVERTON, J.H., R. OWEN:
The successful replacement of minute arteries.
Surgery 68, 713 - 723 (1970)
84. ÖSTRUP, L.T., J.M. FREDRICKSON:
Distant transfer of a free living bone graft by
microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 54, 274 - 285 (1974)
85. ÖSTRUP, L.T., J.M. Fredrickson:
Reconstruction of mandibular defects after radiation,
using a free, living bone graft transferred by micro-
vascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 563 - 571 (1975)
86. PAREL, J.M., G.W. CROCK, B. MCC O'BRIEN,
P.N. HENDERSON, J.E.K. GALBRAITH:
Prototypal electro-microsurgical instruments.
Med. J. Aust. April 4, 709 - 714 (1970)
87. PEARLMAN, D.M.:
The immobilization of small vessels to be sutures.
Surg. Gynec. Obstet. 121, 1343 (1965)
88. RIGG, P.M.:
Transfer of a free groin flap to the heel by micro-
vascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 55, 36 - 40 (1975)
89. SALMON, P.A., C.A. ASSIMACOPOULOS:
A pneumatic needle holder suitable for microsurgical
procedures.
Surgery 55, 446 - 450 (1964) a
90. SALMON, P.A., C.A. ASSIMACOPOULOS:
Microsurgery.
Minn. Med. 47, 679 - 686 (1964) b

91. SALMON, P.A.:
A new technique of microsuture for blood-vessel anastomosis.
Brit. J. Surg. 55, 58 - 63 (1968)
92. SALYER, K.E., E. ROSS KYGER:
Studies in rats of survival of composite homotransplants of skin and subcutaneous tissue, with microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 51, 672 - 680 (1973)
93. SMITH, J.W.:
Microsurgery: Review of the literature and discussion of microtechniques.
Plast. Reconstr. Surg. 37, 227 - 245 (1966)
94. SMITH, J.W.:
Microsurgery and vasa vasorum.
In: Microvascular Surgery, S. 57 - 63
hrsg. von R.M.P. DONAGHY und M.G. YASARGIL
St. Louis: C.V. Mosby und Co. (1967)
95. SNYDER, C.C., R.M. STEVENSON, E.Z.JR. BROWNE:
Successful replantation of a totally severed thumb.
Plast. Reconstr. Surg. 50, 553 - 559 (1972)
96. SPENCER, A.D., W.E. McDONALD, P. RAFFIL, J. WHITE, W.J. BARRIAL:
A comparison of small arterial anastomoses with and without heparin.
J. Nat. Med. Ass. 53, 248 - 250 (1960)
97. STAHL, W.M., T. KATSUMURA:
Reconstruction of small arteries.
Arch. Surg. 88, 384 - 388 (1974)
98. STRAUCH, B., D.E. MURRAY:
Transfer of composite graft with immediate suture anastomosis of its vascular pedicle measuring less than 1 mm in external diameter using microsurgical techniques.
Plast. Reconstr. Surg. 40, 325 - 329 (1967)

99. SUAREZ, E.L., J.H. JACOBSON:

Results of small artery endarterectomy microsurgical technique.

Surg. Forum 12, 256 - 257 (1961)

100. TAMAI, S., S. KOMATSU, H. SKAMOTO, S. SANO,
N. SASAUCI, Y. HARI, Y. TATSUMI, H. OKUDA:

Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomoses.

Plast. Reconstr. Surg. 46, 219 - 225 (1970)

101. TAMAI, S., N. SASAUCI, Y. TATSUMI, H. OKUDA:

Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology.

J. Bone Jt. Surg. 54 B, 637 - 647 (1972)

102. TAYLOR, G.I., G.D.H. MILLER, F.J. HAM:

The free vascularized bone graft.

Plast. Reconstr. Surg. 55, 533 - 544 (1975)

103. WINFREY, E.W., J.H. FOSTER:

Prevention of arterial thrombosis with a negatively charged wire suture.

Surg. Forum 13, 229 - 231 (1962)

104. YASARGIL, M.G., H.A. KRAYENBUHL, J.H. JACOBSON:

Microneurosurgical arterial reconstruction.

Surgery 67, 221 - 232 (1970)

